



Wydział Inżynierii Lądowej
i Gospodarki Zasobami

Znaczenie rozpoznania warunków geologiczno-inżynierskich na poszczególnych etapach realizacji inwestycji tunelowych

Prof. dr hab. inż. Marek Cała

Dr inż. Agnieszka Stopkowicz

Dr inż. Malwina Kolano

Bielsko-Biała, 13 maja 2024 r



pkd
Polski Kongres Drogowy

VI MIĘDZYNARODOWE
FORUM
TUNELOWE

Bielsko-Biała, 13-15.05.2024



Podstawową zasadą NATM jest dążenie do wykorzystania możliwie w jak największym stopniu efektu samonośności górotworu w którym prowadzone jest wyrobisko.



Awarie tuneli - warunki podłoża

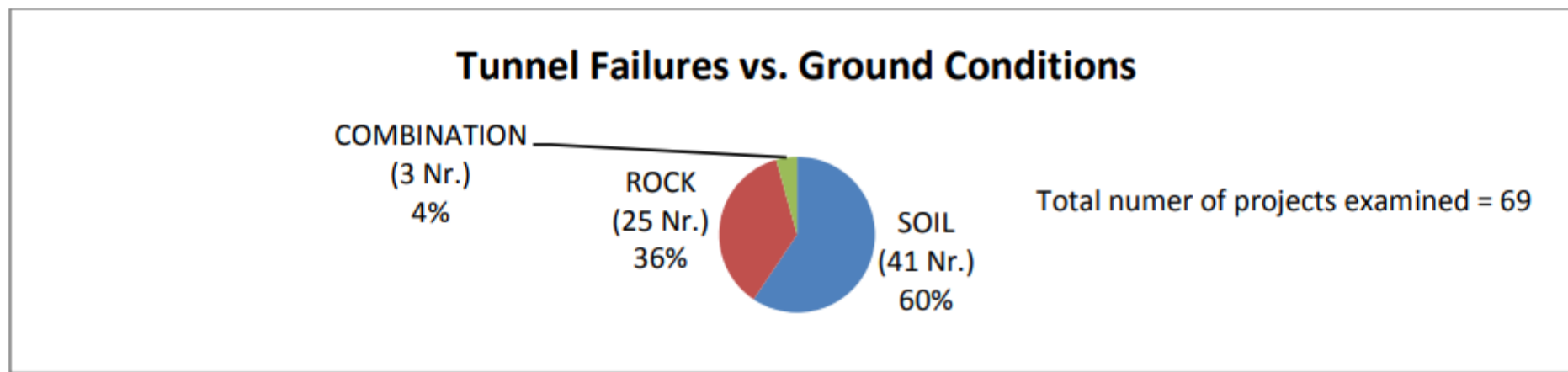
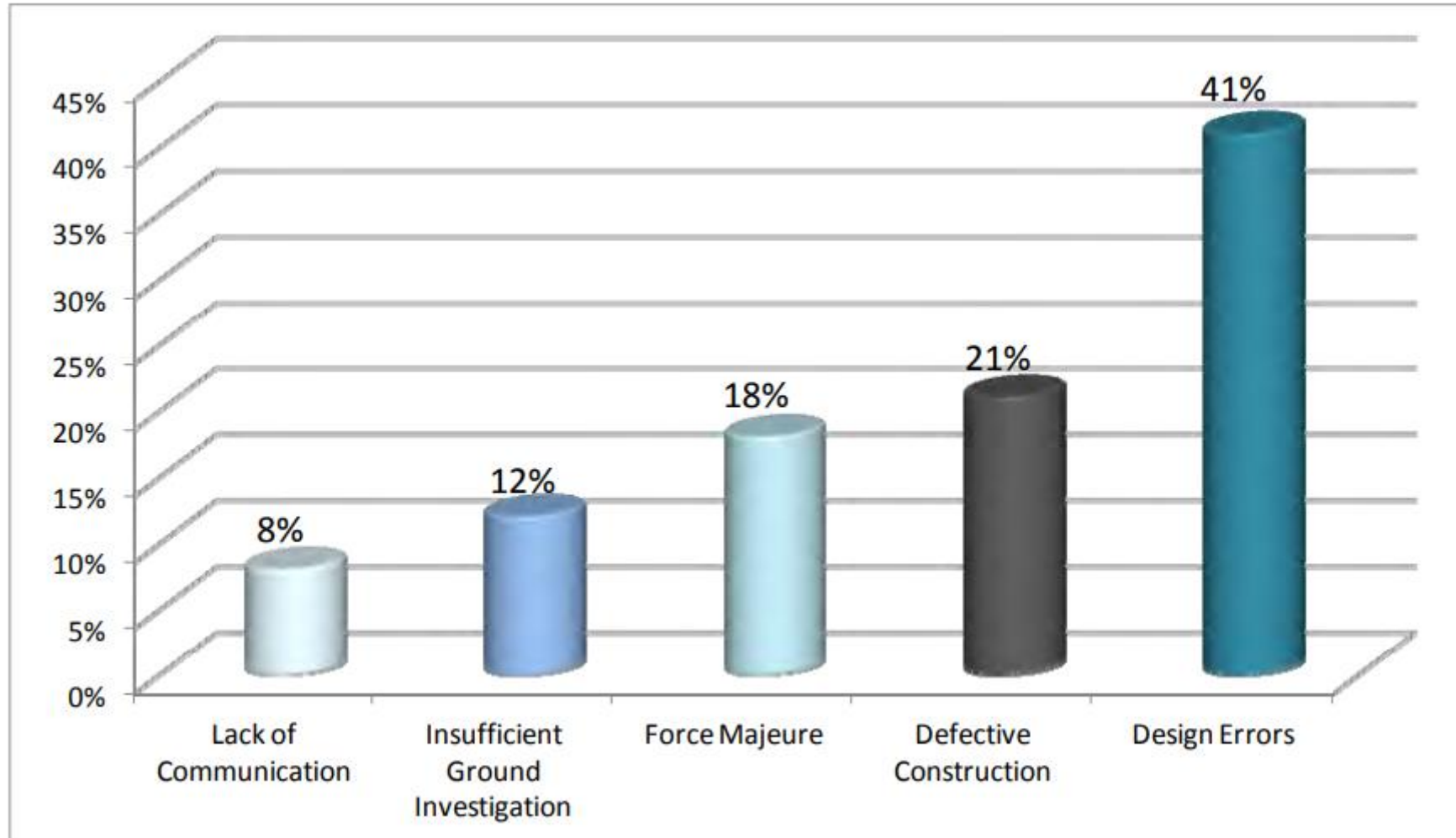


Figure 1. Tunnel failures and ground conditions (IMIA 2006, CEDD 2015, MunichRe 2006, Reiner 2011)

Konstantis, T., S. Konstantis, and P. Spyridis. 2016. Tunnel losses: Causes, impact, trends and risk engineering management. San Francisco: World Tunneling Congress

Przyczyny awarii tuneli



Reiner, H.: Developments in the Tunnelling Industry following introduction of the Tunnelling Code of Practice. Amsterdam 21st September 2011 IMIA Annual Conference

Wymogi prawne, normowe, wytyczne

Ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. **Prawo geologiczne i górnicze** (Dz. U. Nr 27, poz. 96).

Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - **Prawo budowlane** (Dz.U. 1994 nr 89 poz. 41400)

Rozporządzenie MSWiA z dnia 24 września 1998 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z 1998 Nr 126, poz. 839).

Instrukcja badań podłoża gruntowego budowlanych i mostowych Część 1 i 2, GDDP, 1998.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 3 października 2005 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie (Dz. U. Nr 201, poz. 1673).

PN-EN 1997-1:2008 i -2:2009 „Projektowanie geotechniczne”

Rozporządzenie Ministra Transportu, Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz.U. 2012 poz. 463).

Wytyczne wykonywania badań podłoża gruntowego i potrzeby budownictwa drogowego. Część 1: Wytyczne badań podłoża budowlanego w drogownictwie. Praca zbiorowa PIG, AGH, PW, 2019. **Zarządzenie nr 22**

27.06.2019

U S T A W A z dnia 9 czerwca 2011 r. Pr0awo geologiczne i górnicze (Dz. U. z 2023 r. poz. 633, 1688, 2029)

Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - **Prawo budowlane** (Dz. U. z 2023 r. poz. 682, 1762, 1890, 1963, 2029)

1994

1998

2005

2008/
2009

2012

2019

2023

Wymogi prawne, normowe, wytyczne

Ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. **Prawo geologiczne i górnicze** (Dz. U. Nr 27, poz. 96).

Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - **Prawo budowlane** (Dz.U. 1994 nr 89 poz. 41400)

Rozporządzenie MSWiA z dnia 24 września 1998 r. w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadawienia obiektów budowlanych (Dz. U. z 1998 Nr 126, poz. 839).

Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych Część 1 i 2, GDDP, 1998.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 3 października 2005 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie (Dz. U. Nr 201, poz. 1673).

PN-EN 1997-1:2008 i -2:2009 „Projektowanie geotechniczne”

Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadawiania0 obiektów budowlanych (Dz.U. 2012 poz. 463).

Wytyczne wykonywania badań podłoża gruntowego i potrzeby budownictwa drogowego. Część 1: Wytyczne zbiorowa PIG, AGH, PW, 2019. **Zarządzenie nr 22**

27.06.2019

U S T A W A z dnia 9 czerwca 2011 r. Pr0awo geologiczne i górnicze **budowlane** (Dz. U. z 2023 r. poz. 633, 1688, 2029)

Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - **Prawo budowlane** (Dz. U. z 2023 r. poz. 682, 1762, 1890, 1963, 2029)

1994

1998

2005

2008/
2009

2012

2019

2023

Wymogi prawne, normowe, wytyczne

Ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. **Prawo geologiczne i górnicze** (Dz. U. Nr 27, poz. 96).

Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - **Prawo budowlane** (Dz.U. 1994 nr 89 poz. 41400)

Rozporządzenie MSWiA z dnia 24 września 1998 r. w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z 1998 Nr 126, poz. 839).

Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych Część 1 i 2, GDDP, 1998.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 3 października 2005 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie (Dz. U. Nr 201, poz. 1673).

PN-EN 1997-1:2008 i -2:2009 „Projektowanie geotechniczne”

Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania0 obiektów budowlanych (Dz.U. 2012 poz. 463).

Wytyczne wykonywania badań podłoża gruntowego i potrzeby budownictwa drogowego. Część 1: Wytyczne zbiorowa PIG, AGH, PW, 2019. **Zarządzenie nr 22 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z 27.06.2019**

U S T A W A z dnia 9 czerwca 2011 r. Pr0awo geologiczne i górnicze (Dz. U. z 2023 r. poz. 633, 1688, 2029)

Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - **Prawo budowlane** (Dz. U. z 2023 r. poz. 682, 1762, 1890, 1963, 2029)

1994

1998

2005

2008/
2009

2012

2019

2023

Wymogi prawne, normowe, wytyczne

Ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. **Prawo geologiczne i górnicze** (Dz. U. Nr 27, poz. 96).

Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - **Prawo budowlane** (Dz.U. 1994 nr 89 poz. 41400)

Rozporządzenie MSWiA z dnia 24 września 1998 r. w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z 1998 Nr 126, poz. 839).

Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych Część 1 i 2, GDDP, 1998.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 3 października 2005 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie (Dz. U. Nr 201, poz. 1673).

PN-EN 1997-1:2008 i -2:2009 „Projektowanie geotechniczne”

Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania0 obiektów budowlanych (Dz.U. 2012 poz. 463).

Wytyczne wykonywania badań podłoża gruntowego i potrzeby budownictwa drogowego. Część 1: Wytyczne zbiorowa PIG, AGH, PW, 2019. **Zarządzenie nr 22**

27.06.2019

U S T A W A z dnia 9 czerwca 2011 r. Pr0awo geologiczne i górnicze (Dz. U. z 2023 r. poz. 633, 1688, 2029)

Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - **Prawo budowlane** (Dz. U. z 2023 r. poz. 682, 1762, 1890, 1963, 2029)

1994

1998

2005

2008/
2009

2012

2019

2023



Wersja w języku angielskim

1. EN 1997-1: 2004 Eurocode 7: Geotechnical design.

Part 1: General rules

- EN 1997-2:2007/AC:2010
- EN 1997-1:2004/AC:2009

2. EN 1997-2: 2007 Eurocode 7: Geotechnical design.

Part 2: Ground investigation and testing

Wersja w języku polskim

PN-EN 1997-1: 2008 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne -
Część 1: Zasady ogólne. Przeznaczona do stosowania jako
ogólna podstawa geotechnicznych zagadnień projektowania
budynków i budowli inżynierskich.

PN-EN 1997-2: 2009 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne -
Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.

Przeznaczona do stosowania łącznie z PNEN 1997-1, zawiera
wymagania dotyczące wykonywania oraz określania wyników
badań polowych i laboratoryjnych.

Rodzaj obiektu budowlanego	Rozstaw wierceń
Budowle wysokie, przemysłowe	Siatka: 15 – 40 m
Budowle o dużej powierzchni	Siatka: Nie więcej niż 60 m
Budowle liniowe (mosty, drogi kolejowe, wały, tunele)	20 – 200 m
Budowle specjalne (mosty, kominy, fundamenty pod maszyny)	Od dwóch do sześciu punktów na fundament
Zapory	25 – 75 wzdłuż odpowiednich przekrojów

Głębokość rozpoznania z_a :

Dla dróg i lotnisk:

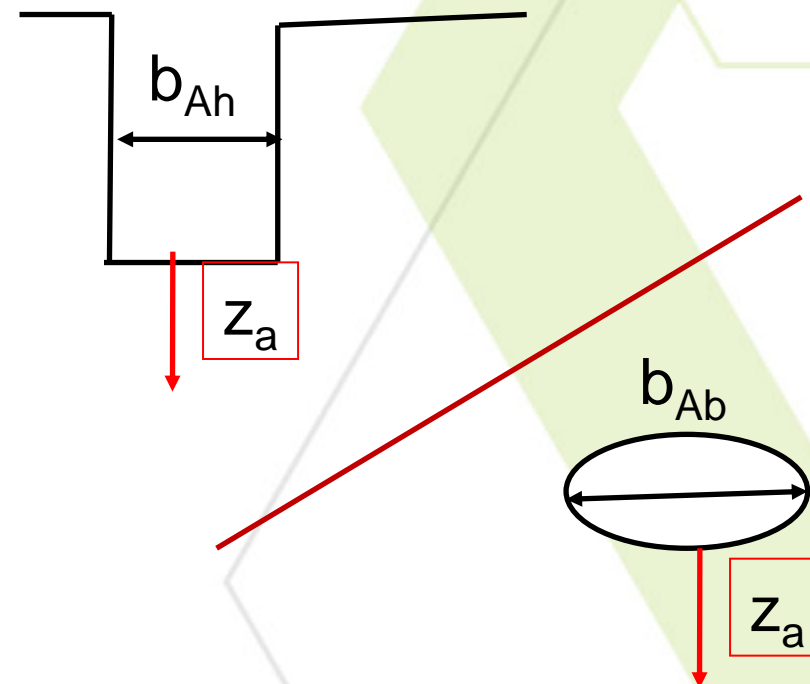
- $z_a \geq 2,0$ m poniżej projektowanej niwelety

Dla wykopów wąskoprzestrzennych, większa z wartości:

- $z_a \geq 2,0$ m
- $z_a \geq 1,5 b_{Ah}$

W przypadku małych tuneli i komór podziemnych

- $b_{Ab} < z_a < 2,0 b_{Ab}$
gdzie b_{Ab} jest szerokością wykopu



Zalecenia odnośnie rozstawu i głębokości rozpoznania – Eurokod 7



Zakres prac dokumentacyjnych

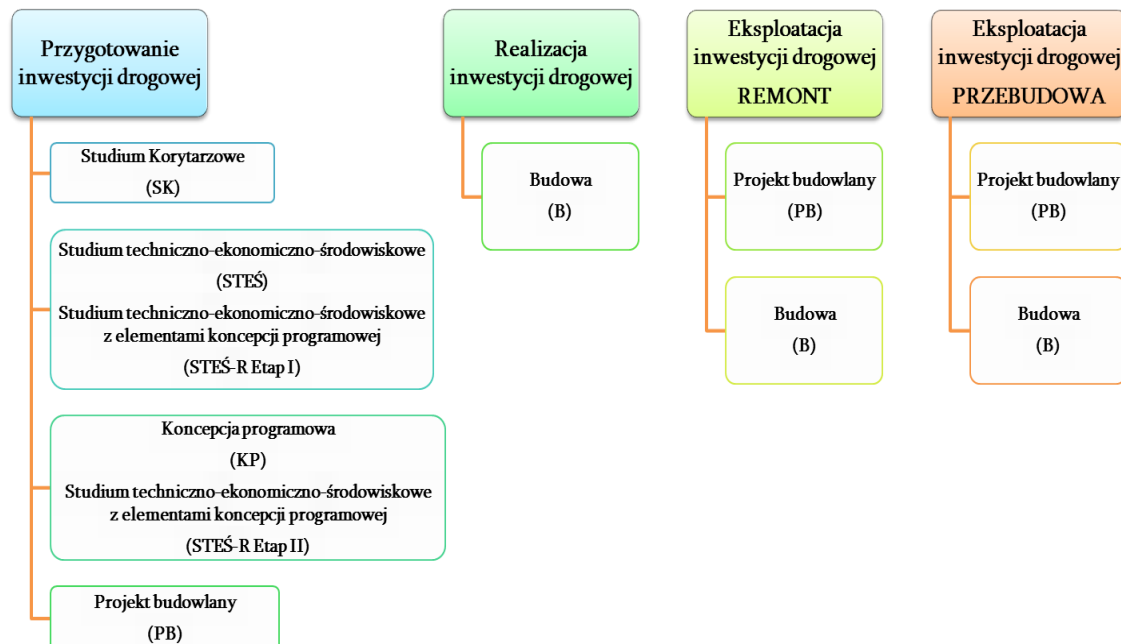
Dokumentowanie badań podłoża budowlanego polega na wykonywaniu prac dokumentacyjnych obejmujących:

- ❑ zbieranie dostępnych informacji o terenie i danych archiwalnych o podłożu budowlanym,
- ❑ projektowanie i wykonywanie badań podłoża budowlanego w tym badań terenowych i laboratoryjnych,

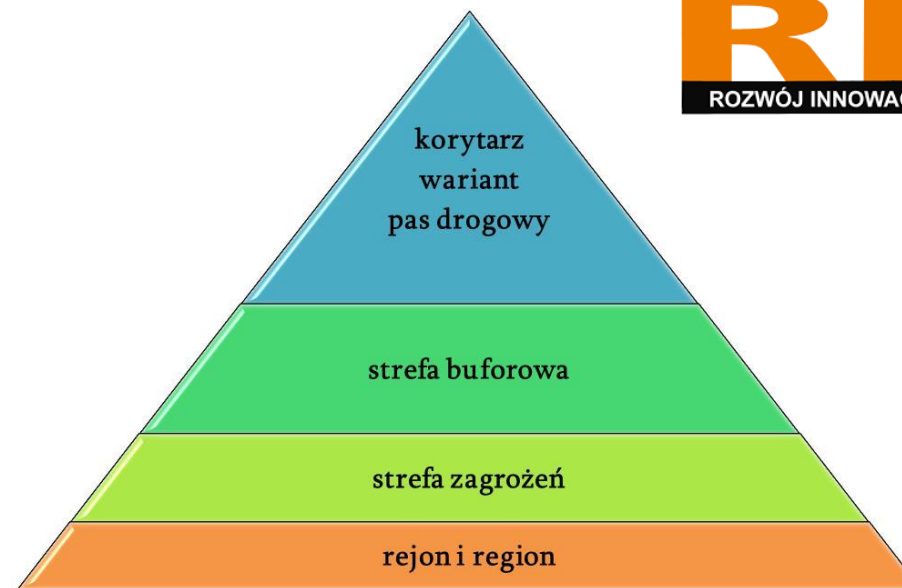
DGI podlega zatwierdzeniu (w starostwach powiatowych i urzędach miast na prawach powiatu) wg ustawy Prawo geologiczne i górnicze:

- Pierwszy etap w przypadku DGI to **projekt robót geologicznych** oraz przeprowadzenie jego uzgodnienia i zatwierdzenia urzędowego.
- Drugi etap po zatwierdzeniu projektu i zgłoszeniu zamiaru wejścia w teren przeprowadza się wszystkie zaprojektowane roboty geologiczne (nie wcześniej niż 2 tygodnie od zatwierdzenia projektu).
- Trzeci etap - złożenie wniosku o zatwierdzenie DGI.

Etapy procesu inwestycyjnego



Obszar badań



STEŚ etap I, którego celem jest:

- wstępna analiza potencjalnych wariantów przebiegu drogi objętej zadaniem inwestycyjnym i jej powiązań z siecią dróg publicznych, ze szczególnym uwzględnieniem przestrzennych relacji z obszarami objętymi ochroną na podstawie przepisów o ochronie przyrody oraz o ochronie zabytków
- określenie korytarzy terenowych dla przebiegu wariantów trasy wybór wariantów najmniej kolidujących z obszarami i obiektami, objętymi ochroną na podstawie przepisów o ochronie przyrody oraz o ochronie zabytków. Warianty te podlegają dalszemu opracowaniu w II etapie dokumentacji.

STEŚ – etap II, którego celem (a zarazem ostatecznym celem Studium techniczno-ekonomiczno-środowiskowego) jest:

- wstępne określenie zakresu rzeczowego i finansowego przedsięwzięcia oraz ustalenie jego efektywności ekonomicznej
- uściślenie przebiegu tras poszczególnych wariantów (na podstawie analizy wariantów i uzyskanych opinii) oraz ostateczne ustalenie typów oraz podstawowych parametrów technicznych obiektów budowlanych
- dostarczenie informacji do podjęcia wstępnej decyzji inwestorskiej w sprawie celowości, zakresu i horyzontu czasowego realizacji zadania inwestycyjnego
- umożliwienie uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia.

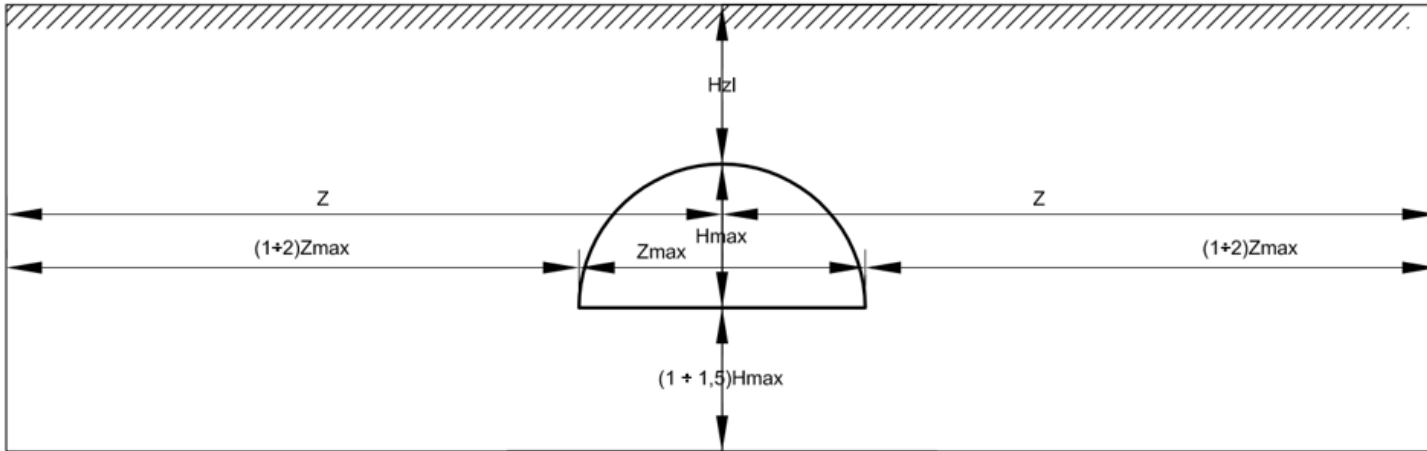
Etapy procesu inwestycyjnego Zakres prac dokumentacyjnych	Etap przygotowania Projektuj i Buduj				Etap przygotowania Buduj			
	SK	STEŚ STEŚ-R Etap I	KP STEŚ-R Etap II	PB	SK	STEŚ STEŚ-R Etap I	KP STEŚ-R Etap II	PB
Zbieranie dostępnych informacji o terenie i jego podłożu budowlanym w tym wizja terenowa	Z	W	W	W	Z	W	W	W
Projektowanie badań podłoża budowlanego	NW	W	W	Z	NW	W	W	W
Wykonywanie badań podłoża budowlanego (badania terenowe i laboratoryjne)	NW	W	W	Z	NW	W	W	W
Przetwarzanie, interpretacja i analiza wyników badań	NW	W	W	Z	NW	W	W	W
Ocena wyników badań	NW	W	W	Z	NW	W	W	W
Przedstawianie wyników badań	NW	W	W	Z	NW	W	W	W
Gromadzenie wyników badań	NW	W	W	W	NW	W	W	W
Archiwizowanie wyników badań	NW	W	W	W	NW	W	W	W

Rozpoznanie warunków podłoża – zakres badań podłoża

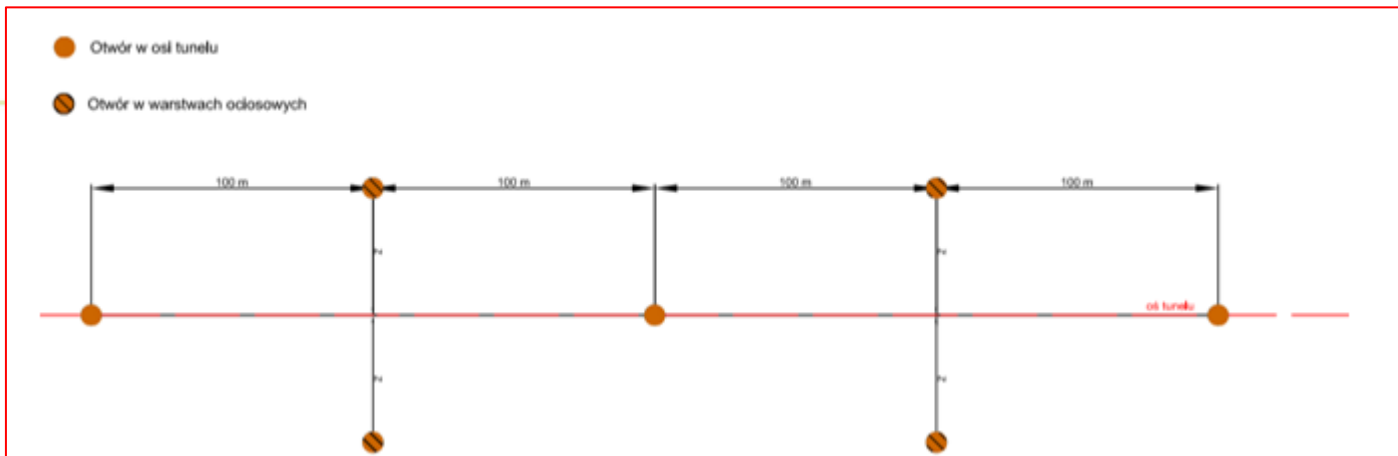
Etapy procesu inwestycyjnego Rodzaj badań podłoża budowlanego	Etap przygotowania Projektuj i Buduj				Etap przygotowania Buduj			
	SK	STEŚ STEŚ-R Etap I	KP STEŚ-R Etap II	PB	SK	STEŚ STEŚ-R Etap I	KP STEŚ-R Etap II	PB
Kartowanie hydrogeologiczne	NW	W	Z	Z	NW	W	Z	Z
Kartowanie geologiczno- inżynierskie	NW	W	W	Z	NW	W	W	W
Pomiary geodezyjne	NW	W	W	Z	NW	W	W	W
Pomiary fotogrametryczne i teledetekcyjne	NW	Z	Z	Z	NW	Z	Z	Z
Badania geofizyczne	NW	W	W	Z	NW	W	W	W
Wiercenia w tym makroskopowe oznaczenie gruntów i skał oraz pobór prób gruntów, skał i wód podziemnych do badań laboratoryjnych	NW	W	W	Z	NW	W	W	W
Sondowania i badania polowe	NW	Z	W	Z	NW	Z ¹⁾	W	W
Badania laboratoryjne	NW	Z	W	Z	NW	Z ¹⁾	W	W
Badania hydrogeologiczne	NW	W	W	Z	NW	W	W	W
Badania środowiskowe	NW	W	W	W	NW	W	W	W

Wytyczne wykonywania badań podłoża gruntowego na potrzeby budownictwa drogowego. Część 1: Wytyczne badań podłoża budowlanego w drogownictwie. Praca zbiorowa PiG, AGH, PW, 2019

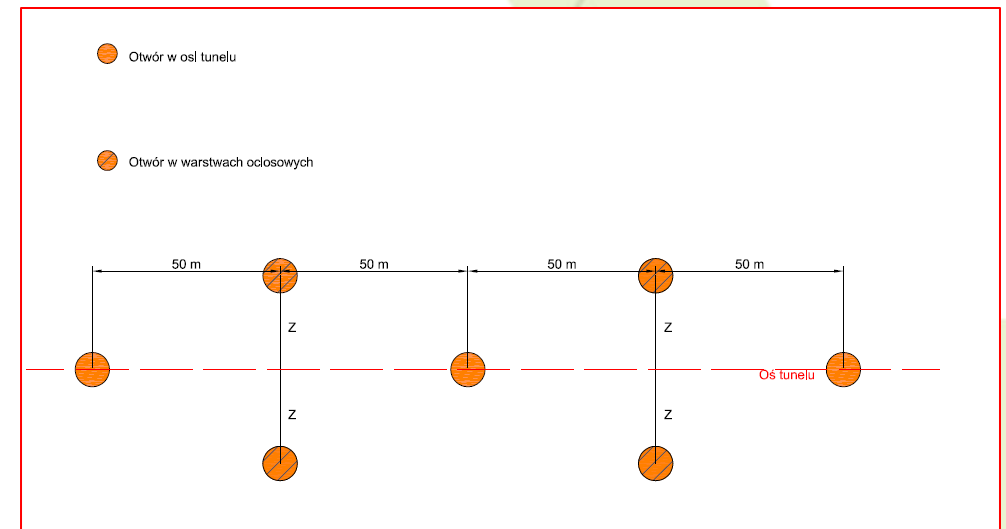
Rozpoznanie warunków podłoża



Z_{max} – największa szerokość budowli podziemnej
 H_{max} – największa wysokość budowli podziemnej



Rozstaw wierceń w warunkach prostych (skały)



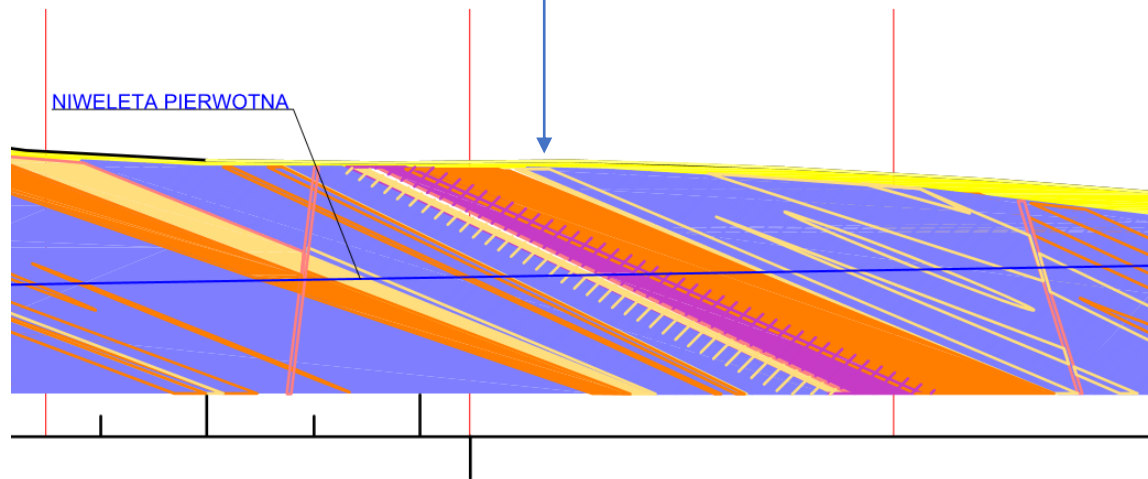
Tunele w gruntach, warunki proste

Rozpoznanie warunków podłoża – Niweleta

Oferta na Projektuj i buduj

KP

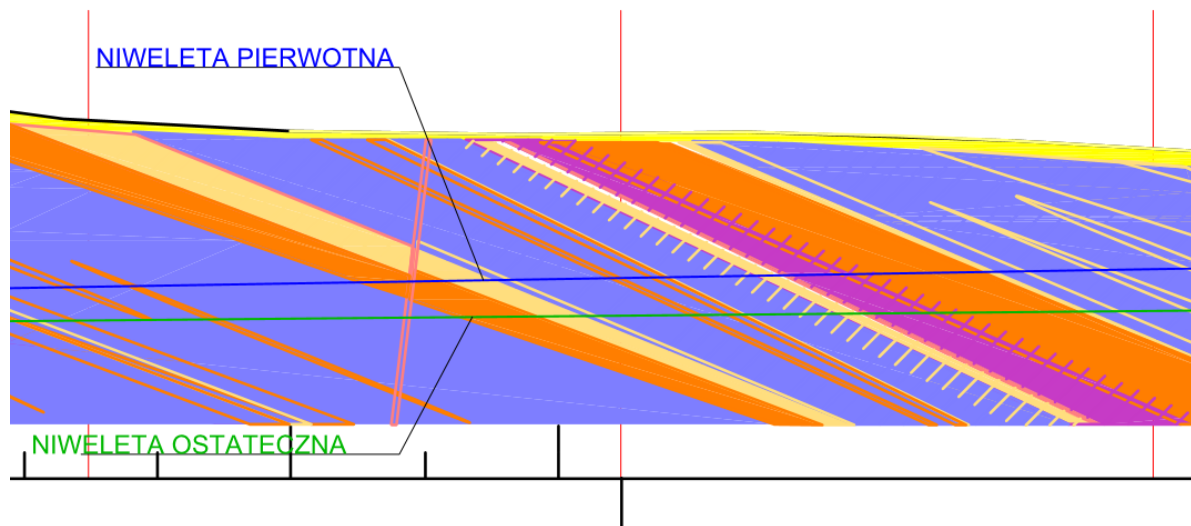
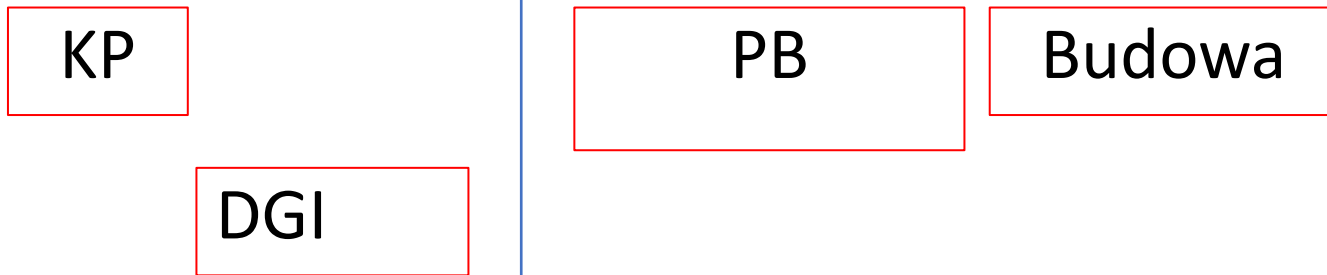
DGI



Etapy procesu inwestycyjnego Zakres prac dokumentacyjnych	Etap przygotowania Projektuj i Buduj				Etap przygotowania Buduj			
	SK	STEŚ STEŚ-R Etap I	KP STEŚ-R Etap II	PB	SK	STEŚ STEŚ-R Etap I	KP STEŚ-R Etap II	PB
Zbieranie dostępnych informacji o terenie i jego podłożu budowlanym w tym wizja terenowa	Z	W	W	W	Z	W	W	W
Projektowanie badań podłoża budowlanego	NW	W	W	Z	NW	W	W	W
Wykonywanie badań podłoża budowlanego (badania terenowe i laboratoryjne)	NW	W	W	Z	NW	W	W	W
Przetwarzanie, interpretacja i analiza wyników badań	NW	W	W	Z	NW	W	W	W
Ocena wyników badań	NW	W	W	Z	NW	W	W	W
Przedstawianie wyników badań	NW	W	W	Z	NW	W	W	W
Gromadzenie wyników badań	NW	W	W	W	NW	W	W	W
Archiwizowanie wyników badań	NW	W	W	W	NW	W	W	W

Rozpoznanie warunków podłoża – Niweleta

Oferta na Projektuj i buduj



Etapy procesu inwestycyjnego Zakres prac dokumentacyjnych	Etap przygotowania Projektuj i Buduj				Etap przygotowania Buduj			
	SK	STEŚ STEŚ-R Etap I	KP STEŚ-R Etap II	PB	SK	STEŚ STEŚ-R Etap I	KP STEŚ-R Etap II	PB
Zbieranie dostępnych informacji o terenie i jego podłożu budowlanym w tym wizja terenowa	Z	W	W	W	Z	W	W	W
Projektowanie badań podłoża budowlanego	NW	W	W	Z	NW	W	W	W
Wykonywanie badań podłoża budowlanego (badania terenowe i laboratoryjne)	NW	W	W	Z	NW	W	W	W
Przetwarzanie, interpretacja i analiza wyników badań	NW	W	W	Z	NW	W	W	W
Ocena wyników badań	NW	W	W	Z	NW	W	W	W
Przedstawianie wyników badań	NW	W	W	Z	NW	W	W	W
Gromadzenie wyników badań	NW	W	W	W	NW	W	W	W
Archiwizowanie wyników badań	NW	W	W	W	NW	W	W	W

FIDIC

Unforeseeable Physical Conditions Physical conditions are defined in Clause 4.12 as ‘natural physical conditions and man-made and other physical obstructions and pollutants’. According to the definition in Clause 1.1.6.8, the criterion for judging what is unforeseeable is what is ‘not reasonably foreseeable by an experienced contractor by the date for submission of the Tender’.

Nieprzewidywalne warunki fizyczne zdefiniowano w punkcie 4.12 jako „naturalne warunki fizyczne oraz wytworzone przez człowieka i inne przeszkody fizyczne i zanieczyszczenia”. Zgodnie z definicją zawartą w Punkcie 1.1.6.8 kryterium oceny tego, co jest nieprzewidywalne, jest to, czego „nie da się racjonalnie przewidzieć przez doświadczonego wykonawcę do dnia złożenia oferty”.

“Every experienced contractor knows that ground investigations can only be 100% accurate in the precise locations in which they are carried out. It is for an experienced contractor to fill in the gaps and take an informed decision as to what the likely conditions would be overall”

*Van Oord UK Ltd & Anor v Allseas UK Ltd
[2015] EWHC 3074 (TCC)*

Design liability for site conditions: unexpected, unforeseeable, unaware?

Jeremy Glover, Partner, Fenwick Elliott LLP
KortEgan, Barrister, Gatehouse Chambers
16 September 2021

FIDIC

Unforeseeable Physical Conditions Physical conditions are defined in Clause 4.12 as ‘natural physical conditions and man-made and other physical obstructions and pollutants’. According to the definition in Clause 1.1.6.8, the criterion for judging what is unforeseeable is what is ‘not reasonably foreseeable by an experienced contractor by the date for submission of the Tender’.

Nieprzewidywalne warunki fizyczne zdefiniowano w punkcie 4.12 jako „naturalne warunki fizyczne oraz wytworzone przez człowieka i inne przeszkody fizyczne i zanieczyszczenia”. Zgodnie z definicją zawartą w Punkcie 1.1.6.8 kryterium oceny tego, co jest nieprzewidywalne, jest to, czego „nie da się racjonalnie przewidzieć przez doświadczonego wykonawcę do dnia złożenia oferty”.

Design liability for site conditions: unexpected, unforeseeable, unaware?

Jeremy Glover, Partner, Fenwick Elliott LLP

KortEgan, Barrister, Gatehouse Chambers

16 September 2021

“Every experienced contractor knows that ground investigations can only be 100% accurate in the precise locations in which they are carried out. It is for an experienced contractor to fill in the gaps and take an informed decision as to what the likely conditions would be overall”

Van Oord UK Ltd & Anor v Allseas UK Ltd

[2015] EWHC 3074 (TCC)

“The contractor must draw upon its own expertise and its experience of previous civil engineering projects. The contractor must make a reasonable assessment of the physical conditions which it may encounter. The contractor cannot simply accept someone else's interpretation of the data and say that is all that was foreseeable.”

Obrascon Huarte Lain SA v Her Majesty's Attorney

General for Gibraltar

[2015] EWCA Civ 712

Podejścia projektowe

$$RMR = 60 \quad R_c = 80 \text{ MPa}$$

Hoek:

$$R_{crm} = 8.67 \text{ MPa}$$

Aydan:

$$R_{crm} = 44.62 \text{ MPa}$$

Kalamaras & Bieniawski:

$$R_{crm} = 21.18 \text{ MPa}$$

Podejścia projektowe

grudzień 1997

POLSKI KOMITET NORMALIZACYJNY	POLSKA NORMA	PN-G-05020
	Podziemne wyrobiska korytarzowe i komorowe	
	Obudowa sklepiona Zasady projektowania i obliczeń statycznych	Zamiast: BN-79/0434-04 BN-75/0434-05 Grupa katalogowa SKN 0102 ICS 73.020

1.1 Zakres normy

W niniejszej normie określono ogólne zasady projektowania i obliczeń statycznych obudowy sklepionej stosowanej w budownictwie górniczym, hydrotechnicznym i komunikacyjnym.

Normę stosuje się przy projektowaniu i obliczeniach statycznych obudowy sklepionej podziemnych wyrobisk korytarzowych i komorowych wykonanych metodami górniczymi, w górotworze nie narażonym na bezpośredni wpływ eksploatacji górniczej.

1 Wstęp

1.1 Zakres normy

W niniejszej normie określono ogólne zasady projektowania i obliczeń statycznych obudowy sklepionej stosowanej w budownictwie górniczym, hydrotechnicznym i komunikacyjnym.

Normę stosuje się przy projektowaniu i obliczeniach statycznych obudowy sklepionej podziemnych wyrobisk korytarzowych i komorowych wykonanych metodami górniczymi, w górotworze nie narażonym na bezpośredni wpływ eksploatacji górniczej.

1.2 Normy powołane

PN-86/B-01811 Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie – Konstrukcje betonowe i żelbetowe – Ochrona materiałowo-strukturalna – Wymagania

PN-82/B-02001 Obciążenia budowli – Obciążenia stałe

PN-90/B-03000 Projekty budowlane – Obciążenia statyczne

PN-76/B-03001 Konstrukcje i podłoża budowli – Ogólne zasady obliczeń

PN-87/B-03002 Konstrukcje murowe – Obliczenia statyczne i projektowanie

PN-81/B-03020 Grunty budowlane – Posadowienie bezpośrednie budowli – Obliczenia statyczne i projektowanie

PN-84/B-03264 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone – Obliczenia statyczne i projektowanie

PN-66/B-04100 Materiały kamienne – Oznaczenie gęstości objętościowej, gęstości, porowatości i szczelności

PN-90/B-06241 Domieszki do betonu – Domieszki przyspieszające twardnienie – Wymagania i badania efektów oddziaływania na beton

PN-90/B-06242 Domieszki do betonu – Domieszki uszczelniające – Wymagania i badania efektów oddziaływania na beton

PN-90/B-06243 Domieszki do betonu – Domieszki uplastyczniające i upłynniające – Wymagania i badania efektów oddziaływania na beton

PN-90/B-06244 Domieszki do betonu – Domieszki kompleksowe – Wymagania i badania efektów oddziaływania na beton

PN-88/B-06250 Beton zwykły

PN-79/B-06711 Kruszywa mineralne – Piaski do zapraw budowlanych

PN-86/B-06712 Kruszywa mineralne do betonu

PN-B-12008:1997 Wyroby budowlane ceramiczne – Cegły klinkierowe budowlane

PN-B-12050:1997 Wyroby budowlane ceramiczne – Cegły ceramiczne budowlane

PN-90/B-14501 Zaprawy budowlane zwykłe

PN-88/B-30000 Cement portlandzki

PN-88/B-30001 Cement portlandzki z dodatkami

PN-88/B-30005 Cement hutniczy

PN-88/B-32250 Materiały budowlane – Woda do betonów i zapraw

PN-79/D-01012 Tarcica – Wady

PN-G-05015:1997 Szyby górnicze – Obudowa – Zasady projektowania

PrPN-G-04302 Skąły zwięzłe – Oznaczenie wytrzymałości na rozciąganie metodą poprzecznego ściskania¹⁾

PrPN-G-04303 Skąły zwięzłe – Oznaczenie wytrzymałości na ściskanie przy użyciu próbek foremnych¹⁾

PrPN-G-05600 Wyrobiska korytarzowe i komorowe w kopalniach – Obudowa powłokowa – Wytyczne projektowania i obliczeń statycznych¹⁾

PrPN-G-14002 Górnictwo – Betonity do obudowy wyrobisk górniczych – Wymagania i badania¹⁾

PrPN-G-14100 Wyrobiska korytarzowe i komorowe – Beton natryskowy – Wymagania i badania¹⁾

PrPN-G-46225 Szyby górnicze – Połączenia kotwione zbrojenia z obudową szybu – Wymagania i badania¹⁾

1.3 Definicje

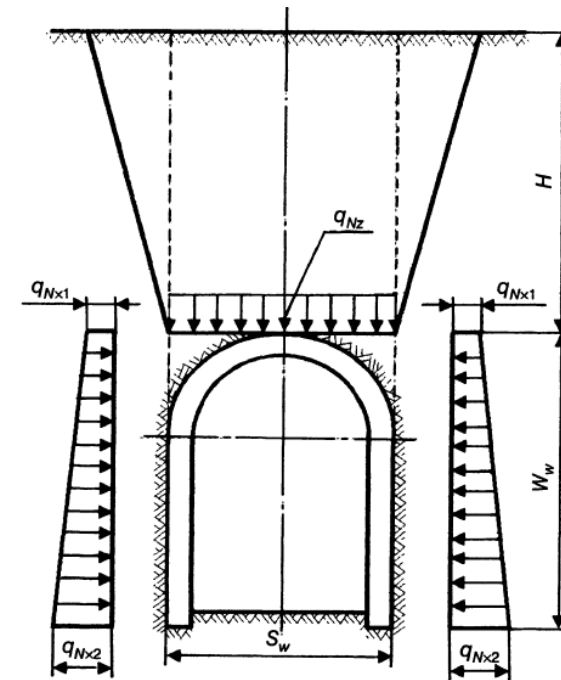
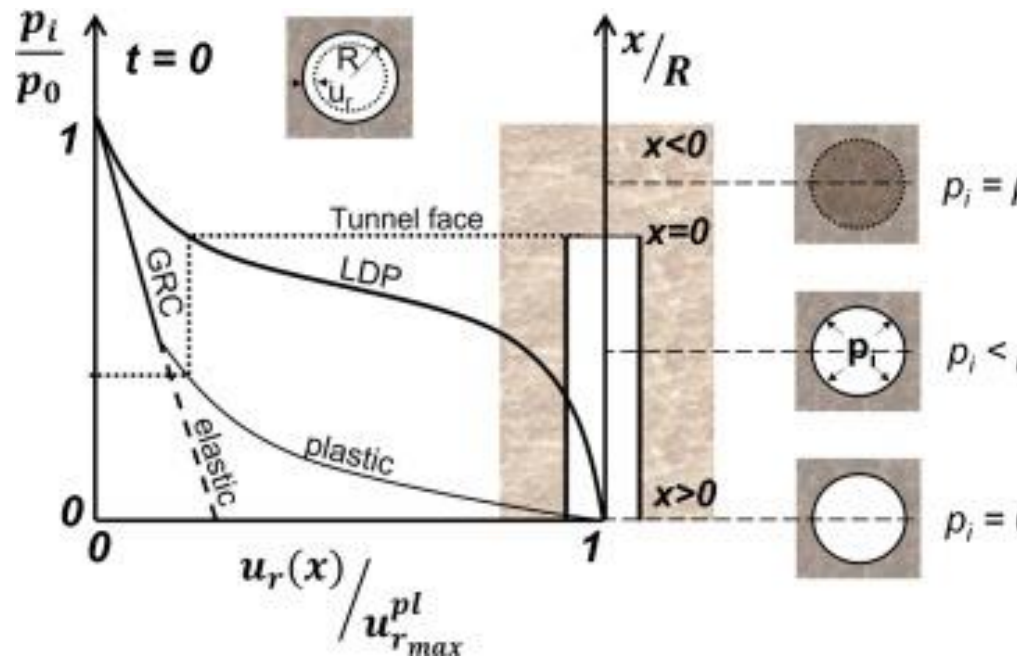
1.3.1

obudowa sklepiona
obudowa wyrobiska podziemnego, tworząca sklepienie nośne

1.3.2

bezpośredni wpływ eksploatacji górniczej
działanie górotworu, spowodowane wybraniem dużych przestrzeni w górotworze otaczającym wyrobisko,

Podjęcia projektowe



Rysunek 4 – Schemat dla modelu II obciążenia obudowy

3.3.3 Model II (według Bierbaumera)

Model II (według Bierbaumera) należy przyjmować dla wyrobisk zlokalizowanych w skałach luźnych (gruntach nieskalistych) na głębokości

$$2 \times h_o < H \leq \frac{s_w}{2 \times \lambda \times \text{tg} \phi_g} \quad (18)$$

w którym:

s_w – szerokość wyrobiska w świetle wyłomu, w metrach.

PN-G-05020
grudzień 1997

Podejścia projektowe

grudzień 1997

POLSKI KOMITET NORMALIZACYJNY	POLSKA NORMA	PN-G-05020
	Podziemne wyrobiska korytarzowe i komorowe Obudowa sklepiona Zasady projektowania i obliczeń statycznych	
	Zamiast: BN-79/0434-04 BN-75/0434-05	

3.2.2.1 Ogólne zasady określania parametrów geotechnicznych górotworu

Ciężar objętościowy górotworu zaleca się przyjmować na podstawie wartości obliczeniowej gęstości objętościowej zgodnie z 3.2.1.5. Pozostałe parametry geotechniczne górotworu zaleca się określać na podstawie badań laboratoryjnych próbek skał, przyjmując do projektowania wartości obliczeniowe zgodnie z 3.2.1 zmienne współczynnikami k_o i k_1 uzależnionymi od podzielności i liczby rozmakalności skał według tablicy 3. W przypadku braku danych z badań dopuszcza się przyjęcie parametrów geotechnicznych skał z materiałów archiwalnych, dotyczących badań w obszarach sąsiadujących lub dotyczących skał występujących w profilu projektowanego obszaru, stosując najbardziej niekorzystne wartości współczynników zmieniających.

Wartości współczynników k_o i k_1 w zależności od podzielności i rozmakalności skał przedstawiono w tablicy 2.

3.2.1.6 Pozorny kąt tarcia wewnętrznego skał

Pozorny kąt tarcia wewnętrznego skał φ_s należy przyjmować według wzoru:

$$\varphi_s = \arctg \frac{R_{cs}}{10} \quad (8)$$

Tablica 2

Lp.	Podzielność skał karbońskich	Odstępy powierzchni spękań i warstwowania [m]	k_o		k_1		
			$r \geq 0,8$	$0,5 \leq r \leq 0,8$	$r \geq 0,8$	$0,5 \leq r \leq 0,8$	
	1	2	3	4	5	6	7
1	Masywna	powyżej 2,0	1,0	0,5	1,05	it. muł. łw	1,10
						piask. zlep.	1,05
2	Blokowa	od 0,5 do 2,0	0,9	0,5	1,05	it. łw muł. piask. zlep.	1,15 1,10
3	Płytowa	od 0,1 do 0,5	0,7	0,5	1,05	it. łw muł.	1,20
						piask. zlep.	1,10
4	Kostkowa	do 0,1	0,5	0,5	1,05	it. łw muł.	1,25
						piask. zlep.	1,10

it. – ilowiec, łw – łupek węglowy, muł. – mułowiec, piasek – piaskowiec, zlep. – zlepieniec

Podejścia projektowe

PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne -
Część 1: Zasady ogólne (plus poprawki i erraty).

Zgodnie z zapisami PN-EN 1997-1, rozpatrując stan graniczny zniszczenia bądź nadmiernego odkształcenia elementu konstrukcyjnego lub części podłoża (STR i GEO), należy wykazać, że:

$$E_d \leq R_d \text{ lub } \frac{R_d}{E_d} \geq 1$$

gdzie:

- E_d - wartość obliczeniowa efektu oddziaływań,
- R_d - wartość obliczeniowa oporu granicznego podłoża.

Podejścia projektowe

Tablica NA.2 – Zestawienie wartości współczynników częściowych przy sprawdzaniu stanów granicznych nośności (GEO)

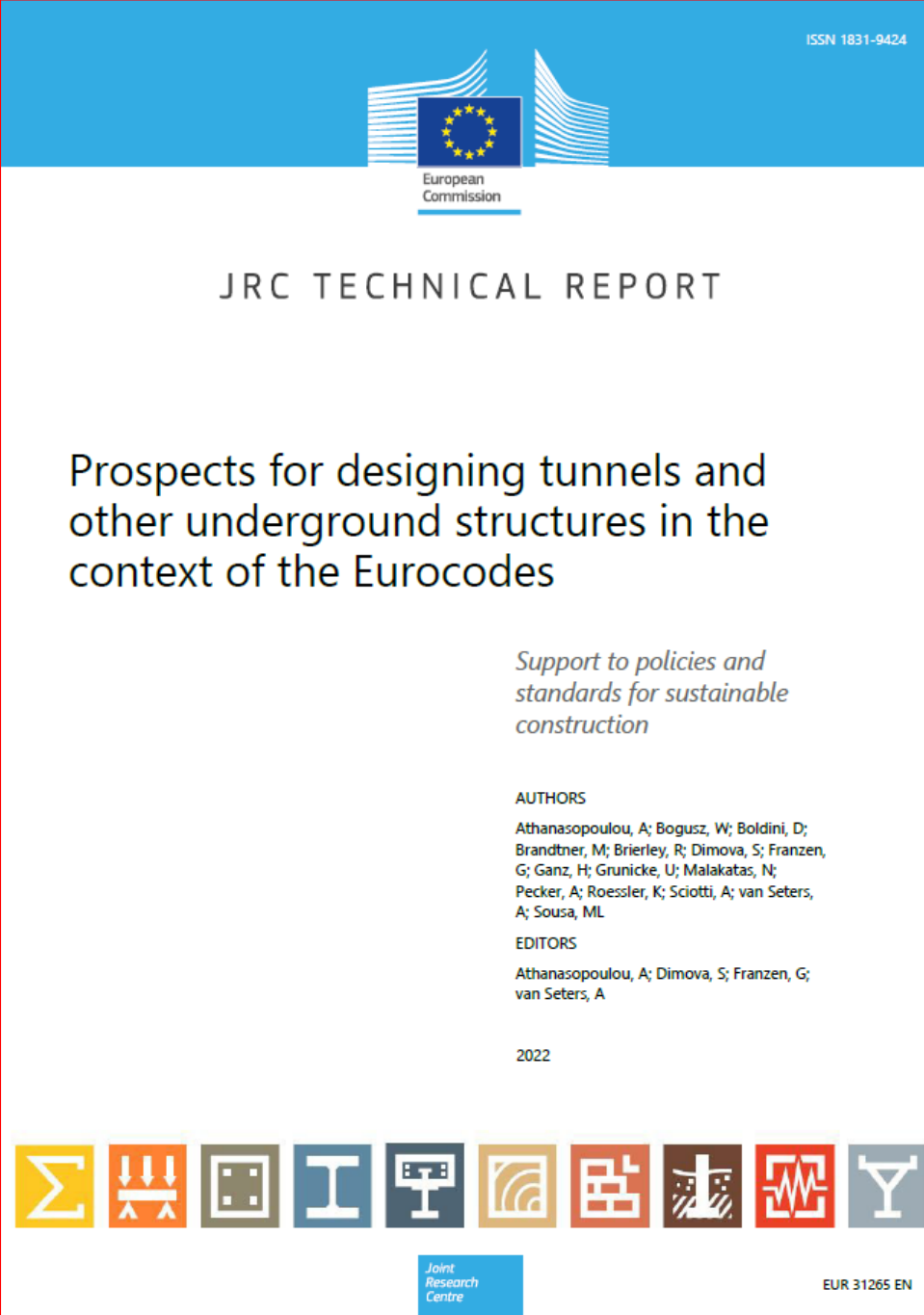
		stany graniczne nośności – podejście 2			stateczność ogólna – podejście 3		
		A ₁	M ₁	R ₂	A ₂	M ₂	R ₃
do oddziaływań	stałe	niekorzystne	1,35		1,0		
		korzystne	1,0		1,0		
	zmiennie	niekorzystne	1,5		1,3		
do właściwości gruntu	tan φ			1,0		1,25	
	efektywna spójność			1,0		1,25	
	wytrzymałość bez odpływu			1,0		1,4	
	wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie			1,0		1,4	
	ciężar objętościowy			1,0		1,0	
do oporu gruntu	fundamenty bezpośrednie	wyparcie		1,4			
		poślizg		1,1			
	pale	podstawa		1,1			
		pobocznicą		1,1			
		całkowity opór		1,1			
		wyciąganie		1,15			
	kotwy	tymczasowe		1,1			
		trwale		1,1			
	ściany oporowe	wyparcie		1,4			
		opór ze względu na poślizg		1,1			
		opór graniczny		1,4			
	skarpy	opór graniczny					1,0

6


PN-EN 1997-1:2008/ApZ:2010

W 2.4.6.2 normy PN-EN 1997 – 1 stwierdza się:
 Uwaga 2 Wartości zalecane w Załączniku A określają poziom bezpieczeństwa odpowiedni dla konwencjonalnych sposobów projektowania.

Eurokod 7 drugiej generacji!



ISSN 1831-9424



European
Commission

JRC TECHNICAL REPORT


Prospects for designing tunnels and
other underground structures in the
context of the Eurocodes

*Support to policies and
standards for sustainable
construction*

AUTHORS
Athanasopoulou, A; Bogusz, W; Boldini, D;
Brandtner, M; Brierley, R; Dimova, S; Franzen,
G; Ganz, H; Grunicke, U; Malakatas, N;
Pecker, A; Roessler, K; Sciotti, A; van Seters,
A; Sousa, ML

EDITORS
Athanasopoulou, A; Dimova, S; Franzen, G;
van Seters, A

2022



Joint
Research
Centre

EUR 31265 EN

Dziękuję za uwagę!